

# Program Komputer sebagai Alat Bantu Perencanaan Rangka Batang Baja

Oleh : Bachnas



*H. Bachnas, lahir di Padang Panjang 15 April 1952. Alumnus UII Fakultas Teknik Sipil (1980), menyelesaikan S2 di TU-DELFT/IHE, Nederland, 1990. Saat ini menjabat sebagai PD III Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Mata kuliah yang diasuh : Struktur Baja, Struktur Jembatan dan Bahan Lapis Keras.*

## Pendahuluan

Pada saat sekarang kemajuan teknologi sangat pesat sekali, sudah merambah ke segala bidang aktifitas manusia. Salah satu dari kemajuan teknologi tersebut adalah di bidang komputer.

Pada awalnya komputer digunakan sebagai alat bantu dalam perhitungan, hal ini dapat kita lihat dari asal kata komputer yaitu alat/mesin hitung ("TO COMPUTE = MENGHITUNG"). Tetapi sekarang hampir di segala bidang sudah memanfaatkan jasa komputer sebagai alat bantu yang sangat didambakan seperti dalam hal perbankan, informasi, kesehatan, ekonomi, kemiliteran, teknik administrasi dan lain sebagainya. Kita sudah merasakan hasil proses KTP tingkat Kecamatan dengan komputer dan suatu saat para pembantu rumah tanggapun akan menggunakan komputer untuk melihat daftar menu pada hari ini lengkap dengan bumbu-bumbunya, cara memasak dan menyajikannya.

Komputer dapat mempercepat proses perhitungan dan hasil perhitungan akan lebih terjamin dari kekeliruan, atau dengan kata lain hasil hitungan dengan komputer lebih akurat daripada hasil hitungan dengan cara manual.

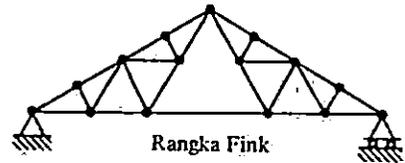
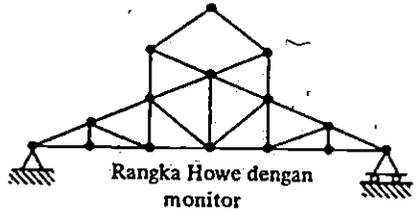
Di negara-negara yang maju sudah banyak membuat "software" seperti BASIC, TURBO BASIC, PASCAL, TURBO PASCAL, FORTRAN dan banyak lagi bentuk "software" yang sudah beredar di negeri kita. Dengan menggunakan "software" tersebut para tenaga ahli yang berkecimpung di bidang teknik sipil khususnya untuk ilmu mekanika telah membuat beberapa program seperti SAP (structural analysis program), dan MICROFEAF. Keluaran ("output") dari hasil program yang digunakan berupa besaran momen atau gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi tersebut.

Untuk keperluan disain (perencanaan), "output" dari program

mekanika yang berupa momen atau gaya batang merupakan data "input" untuk pengolahan lebih lanjut. Biasanya program yang digunakan untuk disain akan disesuaikan dengan jenis material yang akan digunakan seperti bahan dari beton, kayu atau baja. Untuk masing-masing jenis bahan yang digunakan sebagai bahan bangunan mempunyai ketentuan-ketentuan tersendiri yang berlaku pada masing-masing negara, hal ini merupakan dasar pada awal perencanaan.

Program untuk disain yang banyak beredar di negeri kita adalah hasil karya dari negara-negara yang sudah maju dengan ketentuan-ketentuan yang sesuai dengan negara mereka. Program-program hasil karya tenaga ahli Indonesia yang sudah disesuaikan dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku di negeri kita masih sangat terbatas.

Pemerintah kita sudah mensyaratkan bahwa setiap pengajuan izin perencanaan ("design") harus disesuaikan dengan peraturan dan ketentuan-ketentuan yang berlaku di Indonesia. Dengan alasan tersebut penulis mencoba membuat program HITUNGAN RANGKA BAJA yang disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku dalam PERATURAN PERENCANAAN BANGUNAN BAJA INDONESIA (PPBBI) tahun 1984.



Gambar : Konstruksi Rangka Jembatan dan Atap

### Lingkup Permasalahan

Program yang disajikan ini khusus dibuat untuk perencanaan bangunan teknik sipil yang menggunakan konstruksi rangka, seperti rangka kuda-kuda untuk bangunan atap dan rangka jembatan atau untuk bangunan-bangunan lainnya yang menggunakan konstruksi rangka.

Program ini akan menghitung kelangsingan batang dan tegangan yang terjadi pada setiap batang dan memberi tanda pada setiap batang yang dihitung apakah batang tersebut memenuhi ketentuan atau tidak.

Bahan yang digunakan adalah bahan baja sehingga ketentuan-ketentuan yang diberlakukan disesuaikan dengan jenis material yang digunakan dan persyaratan

yang berlaku di Indonesia.

Karena program ini digunakan untuk mendisain konstruksi rangka baja, maka diperlukan data beban/gaya batang dan panjang batang yang nantinya merupakan "input" untuk program ini dan data tersebut didapat dari hasil "output" program SAP, MICROFEAP atau dari hasil hitungan mekanika secara manual.

**Landasan Teori**

**1. Dasar Perencanaan Konstruksi Baja**

Sebagai dasar perencanaan konstruksi baja adalah mengacu kepada Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI) tahun 1984 dan dengan beberapa anggapan. Pada konstruksi rangka dianggap ujung-ujung batang adalah sendi dan sebagai alat sambung digunakan baut.

**a. Batang Tarik**

Batang tarik adalah batang dari suatu elemen konstruksi yang menerima beban aksial dengan arah kerja beban pada arah tarik.

Tegangan

$$\sigma = \frac{P}{A_n} \leq 0,75 \bar{\sigma}$$

$\sigma$  = tegangan yang terjadi kg/cm<sup>2</sup>

P = gaya batang yang bekerja kg.

A<sub>n</sub> = luas netto tampang batang cm<sup>2</sup>

A<sub>n</sub> = A<sub>br</sub> - A<sub>perlemahan</sub> pada batang tersebut.

$\bar{\sigma}$  = tegangan izin dari jenis bahan baja yang digunakan kg/cm<sup>2</sup>.

$\bar{\sigma}$  =  $\sigma$  luluh/1,5.

Kelangsingan

$$\lambda = \frac{L}{i} \leq 240$$

$\lambda$  = kelangsingan dari batang yang digunakan

L = panjang batang tarik cm.

i = jari-jari kelembaman cm, biasanya harga i minimum sudah tersedia dalam daftar profil berdasarkan profil yang digunakan atau dapat juga dihitung berdasarkan rumus berikut ini :

$$i = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}}$$

I<sub>min</sub> = momen inersia minimum dari profil yang digunakan cm<sup>4</sup>

A = luas tampang profil batang tarik cm<sup>2</sup>

**b. Batang Desak**

Batang desak adalah batang dari suatu elemen konstruksi yang menerima beban aksial dengan arah kerja beban mendesak batang tersebut.

Tegangan.

$$\sigma = \omega * \frac{P}{A} \leq \bar{\sigma}$$

$\sigma$  = tegangan desak yang terjadi kg/cm<sup>2</sup>

$\omega$  = faktor tekuk yang tergantung dari kelangsingan batang yang digunakan dan faktor tekuk ini juga dipengaruhi oleh jenis baja yang digunakan. Harga dari faktor tekuk tersebut dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$\omega = 1$ , jika harga :  $\lambda s \leq 0.183$

$\omega = \frac{1,41}{1,593 - \lambda s}$ , jika harga :  $0.183 < \lambda s < 1$

$\omega = 2,381 * \lambda s^2$ , jika harga :  $\lambda s \geq 1$

Kelangsingan.

$$\lambda s = \frac{\lambda}{\lambda_g}$$

$$\lambda = \frac{Lk}{i_{\min}}$$

$\lambda$  = kelangsingan batang desak

$Lk$  = panjang tekuk batang desak, dalam hal ini diambil sama dengan panjang batang desak karena ujung-ujung batang dianggap sendi-sendi sehingga harga angka tekuk sama dengan 1.

$i_{\min}$  = jari-jari kelembaman minimum dari profil yang digunakan cm.

$$\lambda_g = \pi * \sqrt{\frac{E}{0.7 * \sigma_1}}$$

$E$  = modulus elastis dari jenis baja yang digunakan, biasanya dipakai sebesar  $2,1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_1$  = tegangan luluh dari jenis baja yang digunakan  $\text{kg/cm}^2$

## 2. Dasar Pemrograman

Dasar pemrograman pada program konstruksi rangka baja ini menggunakan "software" FORTRAN dan sebagai pengolah kata ("wordprocessing") pada penulisan program menggunakan NE (NORTON EDITOR).

### Cara Pemakaian Program

Program yang akan digunakan ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu "input" data, proses dan "output" yang merupakan hasil dari pemrosesan program.

"Input" data ada dua macam, yang pertama merupakan data gaya batang dan panjang batang yang didapat dari hasil hitungan mekanika dengan proses komputer seperti hasil "output" program SAP atau dari hasil program MICROFEAP maupun dari hasil hitungan dengan cara manual. Data ini dimasukkan dalam suatu data "file"

yang diberi nama BAJA.DAT penulisan data ini dapat menggunakan NORTON EDITOR (NE). Penulisan data pertama adalah menuliskan jumlah batang yang akan diproses dan berikutnya adalah penulisan gaya batang dan bersamaan dengan gaya batang juga dituliskan panjang batang. Untuk gaya batang yang mengalami desak ditulis dengan tanda negatif (-) dan untuk gaya batang yang memikul beban tarik ditulis dengan tanda positif (+) atau boleh juga tidak ditulis (+) nya (lampiran 1).

Sebagai contoh :

pada baris 1 ditulis	61	
pada baris 2 ditulis	-1500.00	175.00
pada baris 3 ditulis	2750.75	187.50

dan seterusnya.

Keterangan :

61 -->	61 buah batang yang akan diproses
-1500.00 175.00 -->	beban desak = 1500,00 kg panjang batang = 175,00 cm
2750.75 187.50 -->	beban tarik = 2750,75 kg panjang batang = 187,50 cm.

Input data yang kedua adalah pada saat menjalankan program, akan keluar beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan jenis baja yang digunakan, luasan dari profil yang digunakan untuk batang desak, batang tarik dan jari-jari kelembaman dari masing-masing profil yang digunakan tersebut.

Pada saat pemrosesan, program akan membaca data dari file data dan membaca data input melalui "keyboard", data tersebut akan diolah sesuai dengan perintah-perintah program. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada "flowchart" (diagram alur) dari program tersebut (lampiran 2).

Keluaran ("output") dari proses secara otomatis akan dimasukkan pada file

tersendiri dengan nama BAJA.OUT. File ini dapat dibuka dengan menggunakan NE (Norton Editor), data yang nampak dapat dicetak melalui "printer" dan jika ada kesalahan dapat dikoreksi ulang melalui input data.

Hasil yang disajikan dari program ini sudah berupa tabel (dapat dilihat pada lampiran 3). Hasil olahan program, penjelasan dari "output" sebagai berikut:

- pada bagian atas tabel menampilkan "input" yang dimasukkan melalui "keyboard" mengenai tegangan luluh, tegangan izin untuk batang tarik dan desak hasil olahan program, luasan profil untuk batang desak dan tarik, dan juga jari-jari kelembaman untuk batang desak dan tarik.
- pada bagian atas tabel tertera nomor rangka yang diolah sesuai dengan nomor rangka yang dimasukkan pada saat "input" data.
- pada kolom pertama No.BAT. hal ini menjelaskan nomor urut dari batang pada konstruksi rangka tersebut, jumlah dari batang tersebut akan diolah oleh program sesuai dengan data yang terdapat pada file data (BAJA.DAT).
- kolom kedua tertulis BEBAN (KG) maksudnya adalah menampilkan kembali besar beban pada tiap-tiap batang dari konstruksi rangka yang datanya telah dimasukkan pada file BAJA.DAT. Beban yang ditampilkan dalam Kilogram (kg) dan ada dua tanda yang tertera, tanda negatif (-) untuk beban desak dan tanda positif (+) untuk beban tarik, sedangkan untuk batang yang tidak mempunyai beban akan dilihat dengan angka .00 dan pada "input" data batang ini harus diberi tanda positif dan angka 0.00. Jadi pada kolom ini tidak ada pengolahan data oleh program.
- pada kolom ketiga ditampilkan tulisan PANJANG (CM) maksud dari tulisan ini adalah mencantumkan panjang masing-masing batang dalam satuan cm. Data ini didapat sesuai dengan data yang dimasukkan pada file data BAJA.DAT, berarti pada kolom ini tidak ada pengolahan data oleh program.
- pada kolom keempat ditampilkan tulisan KELANGSINGAN maksud dari tulisan ini untuk melihat besarnya kelangsingan dari masing-masing batang. Pada kolom ini terdapat dua kolom yang masing-masing kolom tertulis L/i dan KET. Nilai yang dituliskan pada kolom yang pertama adalah hasil olahan program, jika hasil olahan tersebut melewati dari batasan yang sudah ditentukan untuk batang desak sebesar 200 dan batang tarik 240, maka hasil olahan program akan menampilkan pada kolom KET, dengan tulisan >200 untuk batang desak dan >240 untuk batang tarik. Dari hasil olahan ini dapat dievaluasi bahwa ukuran dari profil yang digunakan tidak memenuhi syarat sehingga perlu adanya perubahan ukuran profil, dan jika terjadi kelangsingan batang melebihi persyaratan maka untuk selanjutnya batang tersebut tidak akan diolah oleh program, program secara otomatis akan memproses batang yang berikutnya.
- kolom kelima menampilkan tulisan TEGANGAN (KG/CM<sup>2</sup>), kolom ini akan mencantumkan nilai tegangan dari masing-masing batang hasil olahan program dalam satuan kg/cm<sup>2</sup> Pada

kolom ini tersedia empat kolom, dua kolom pertama untuk olahan tegangan pada batang desak dan dua kolom berikutnya untuk batang tarik. Jika hasil olahan program untuk masing-masing batang tersebut melebihi persyaratan yaitu tegangan izin untuk batang desak maupun batang tarik, maka pada kolom KET. akan tertulis >S.IZ. Hasil yang ditampilkan pada kolom kelima ini dapat sebagai kesimpulan dari perhitungan bahwa profil yang digunakan aman atau tidak aman untuk memikul beban yang bekerja pada batang tersebut.

### Kesimpulan

Program ini sangat membantu para teknisi dilapangan dan para mahasiswa teknik sipil dalam menghadapi perencanaan konstruksi rangka batang, karena biasanya pada perencanaan rangka batang dalam satu rangka terdapat puluhan batang dan masing-masing batang harus ditinjau kekuatannya. Pelaksanaan perencanaan dengan cara manual akan memerlukan waktu yang cukup lama dan ketelitian. Dengan menggunakan program ini akan dapat menghemat waktu dan mempunyai tingkat ketelitian yang lebih, sehingga "trial and error" untuk pemilihan profil dapat dikerjakan dengan cepat dan setiap

pemilihan profil dapat diarsipkan sebagai dokumen.

### Saran

Tiap-tiap negara mempunyai peraturan tersendiri dalam mensyaratkan suatu perencanaan, tentu program yang dibuat oleh para ahli suatu negara akan disesuaikan dengan ketentuan pada negara mereka. Dengan demikian kita harus teliti dalam menggunakan program hasil karya negara lain apakah program tersebut sesuai dengan persyaratan yang berlaku di Indonesia. Dan sebaliknya para tenaga ahli membuat sendiri program yang sesuai dengan syarat-syarat yang berlaku di tempat kita.

### Daftar Pustaka

- \_\_\_\_\_, 1984, Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- \_\_\_\_\_, 1991, Struktur Baja I, Paguyuban Dosen Baja Yogyakarta, Yogyakarta.
- Bustraan, Z. Lambri. 1990, Daftar-daftar untuk Konstruksi Baja, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Eko Nugroho, F. Soesianto, 1984, Bahasa Fortran, Andi Offset Yogyakarta, Yogyakarta.

LAMPIRAN 1

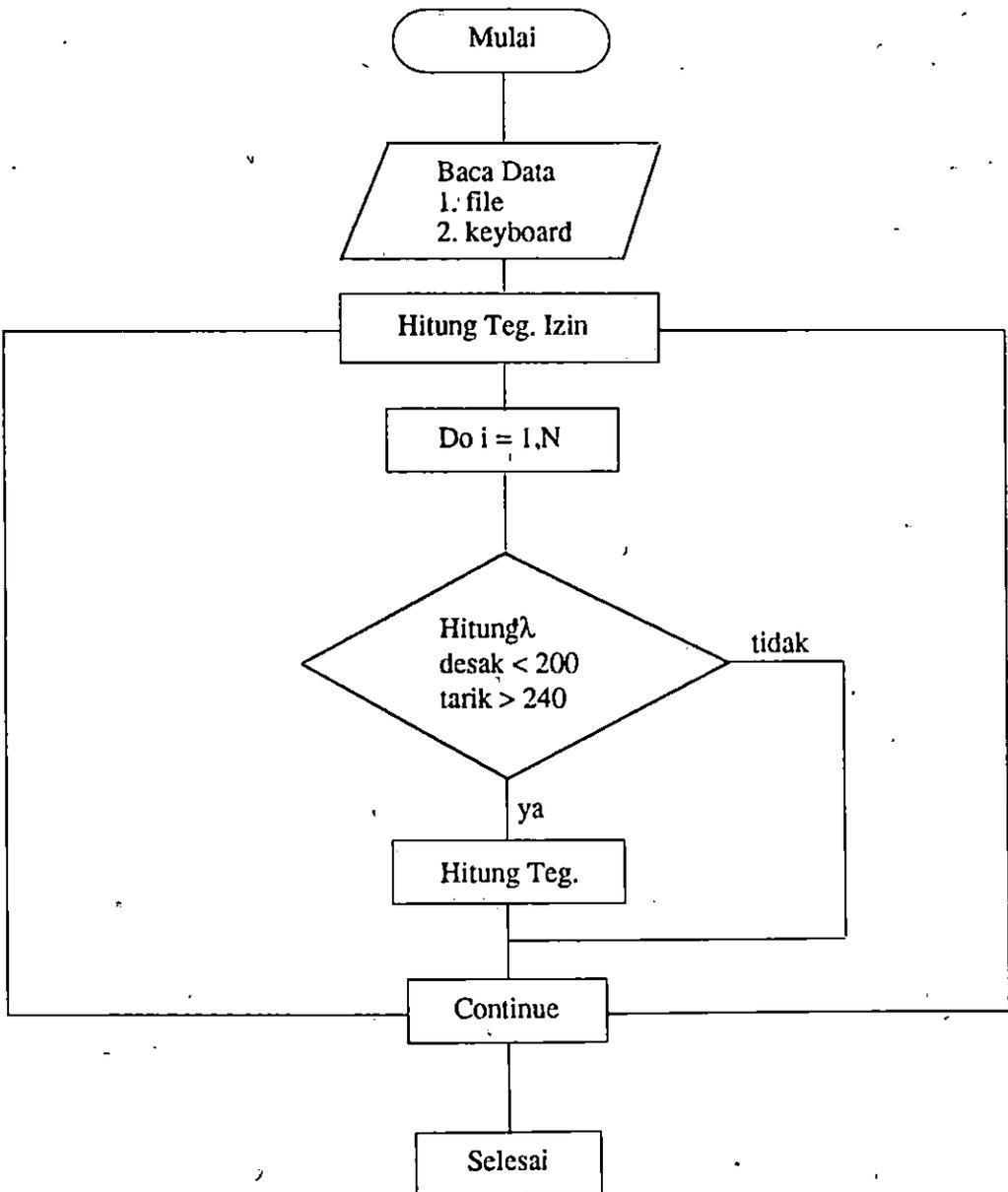
```
C PERHITUNGA N TEGANGAN UNTUK RANGKA BAJA
C
  REAL LAM,LAMG,LAMS,SIGL,SIGIZ,SIG,B,P,W
  INTEGER N,J
C
  OPEN (3,FILE='BAJA.OUT')
  OPEN(6,FILE='BAJA.DAT')
  READ(6,*)N
  READ(*,*)A
  READ(*,*)AN
  READ(*,*)SIGL
  READ(*,*)R
  READ(*,*)J
C
C HITUNGAN TEGANGAN IZIN
  SIGIZ = SIGL/1.5
  SIGIZT = SIGIZ*0.75
C
C PERHITUNGAN
C
  DO 40 I = 1,N
    SIG=0.0
    SIGT=0.0
    LAMS=0.0
    W=0.0
    B=0.0
    P=0.0
    READ(6,'(f9.2,1X,f6.2)')B,P
    IF(B.GT.0) GOTO 75
    LAM = P/R
    IF (LAM.GT.200) GOTO 40
    IF (B.EQ.0) GOTO 40
    LAMG = 3.14 * (2100000/0.7/SIGL)**0.5
    LAMS, = LAMS/LAMG
    IF(LAMS.LE.0.183) GOTO 50
    IF(LAMS.LT.1) GOTO 60
    W = 2.381 * LAMS * LAMS
    GOTO 70
50  W = 1
    GOTO 70
60  W = 1.41/(1.593-LAMS)
70  SIG = W*(-1)*B/A
    GOTO 90
75  LAMT = P/R
    IF(LAMT.GT.240) GOTO 40
    SIGT = B/AN
40  CONTINUE
    close (3)
    close (6)
    WRITE (*,*) SELESAI
    END
```

**LAMPIRAN 2****Contoh Input Data**

61

-446.00	251.25	-1880.00	150.00
-446.00	251.25	-1712.00	140.00
-1025.00	173.20	-1712.00	140.00
2050.00	173.20	-1880.00	150.00
3905.00	173.20	602.00	202.96
3308.00	150.00	249.00	265.44
3308.00	140.00	-217.00	200.00
3308.00	140.00	249.00	265.44
3905.00	150.00	603.00	202.96
2050.00	173.20	-1122.00	174.53
-1025.00	173.20	-1122.00	174.53
-446.00	251.25	-397.00	173.54
-446.00	251.25	468.00	300.00
0.00	84.50	-397.00	173.54
-562.00	158.22	512.00	144.25
-3599.00	169.00	1024.00	144.25
3038.00	171.14	-2050.00	173.20
-562.00	158.22	-4509.00	173.20
-3599.00	169.00	-2856.00	230.93
-3000.00	169.00	-1145.00	173.21
2430.00	171.14	-735.00	173.21
-145.00	169.00	-735.00	173.21
-900.00	225.97	-1145.00	173.21
673.00	169.00	-2856.00	230.94
-103.00	219.46	-4509.00	173.20
159.00	169.00	-2050.00	173.20
-103.00	219.46	1024.00	144.25
673.00	169.00	512.00	144.25
-900.00	225.97		
-145.00	169.00		
2430.00	171.14		
-3000.00	169.00		
3038.00	171.14		
-3599.00	169.00		
-562.00	158.22		
0.00	84.50		

Lampiran 3



Gambar Flowchart Hitungan Rangka Batang

## Lampiran : 4

Contoh : Out Put Data

LUAS TOTAL PROFIL BAT. TEKAN (CM<sup>2</sup>) = 10.70  
 LUAS TOTAL PROFIL BAT. TARIK (CM<sup>2</sup>) = 7.60  
 TEGANGAN LULUH BAJA (KG/CM<sup>2</sup>) = 2100.00  
 TEGANGAN IZIN TARIK BAJA (KG/CM<sup>2</sup>) = 1400.00  
 JARI-JARI KELEMBABAN BT. DESAK (CM) = 1.10  
 JARI-JARI KELEMBABAN BT. TARIK (CM) = 76  
 RANGKA NO. 7

NO. BAT.	BEBAN (KG)	PANJANG (CM)	KELANGSINGAN		TEGANGAN (KG/CM <sup>2</sup> )			
			L/i	KET	DESAK	KET.	TARIK	KET.
1	-446.00	251.25	228.41	>200	--	--	--	--
2	-446.00	251.25	228.41	>200	-	-	-	-
3	-1025.00	173.20	157.45	-	401.47	-	-	-
4	2050.00	173.20	157.45	-	-	-	269.74	-
5	3905.00	150.00	157.45	-	-	-	513.82	-
6	3308.00	140.00	157.45	-	-	-	435.26	-
7	3308.00	140.00	157.45	-	-	-	435.26	-
8	3905.00	173.20	157.45	-	-	-	513.82	-
9	2050.00	173.20	157.45	-	-	-	269.74	-
10	-1025.00	173.20	157.45	-	401.47	-	-	-
11	-446.00	251.25	228.41	>200	-	-	-	-
12	-446.00	251.25	228.41	>200	-	-	-	-
13	.00	84.50	76.82	-	-	-	-	-
14	-562.00	158.22	143.84	-	183.69	-	-	-
15	-3599.00	169.00	153.64	-	1342.10	-	-	-
16	3038.00	171.14	153.64	-	-	-	339.74	-
17	-300.00	169.00	153.64	-	1118.73	-	-	-
18	2430.00	171.14	153.64	-	54.07	-	-	-
19	-145.00	169.00	153.64	-	-	-	-	-
20	-900.00	225.97	205.43	>200	-	-	-	-
21	673.00	169.00	205.43	-	-	-	88.55	-
22	-103.00	219.46	199.51	-	64.77	-	-	-
23	159.00	169.00	199.51	-	-	-	20.92	-
24	-103.00	219.46	199.51	-	64.77	-	-	-
25	673.00	169.00	199.51	-	-	-	88.55	-
26	-900.00	225.97	205.43	>200	-	-	-	-
27	-145.00	169.00	153.64	-	54.07	-	-	-
28	2430.00	171.14	153.64	-	-	-	319.74	-
29	-3000.00	169.00	153.64	-	1118.73	-	-	-
30	3038.00	171.14	153.64	-	-	-	399.74	-
31	-599.00	169.00	153.64	-	1342.10	-	-	-
32	-562.00	158.22	143.84	-	183.69	-	-	-
33	.00	84.50	76.82	-	-	-	-	-
34	-1880.00	150.00	136.36	-	552.29	-	-	-
35	-1712.00	140.00	127.27	-	438.12	-	-	-
36	-1712.00	140.00	127.27	-	438.12	-	-	-

Bachnas, Program Komputer sebagai Perencanaan Rangka Batang Baja

37	-1880.00	150.00	136.36	-	552.29	-	-	-
38	602.00	202.96	267.05	>240	-	-	-	-
39	249.00	265.44	349.26	>240	-	-	-	-
40	-217.00	200.00	181.82	-	113.33	-	-	-
41	249.00	265.44	349.26	>240	-	-	-	-
42	603.00	202.96	267.05	>240	-	-	-	-
43	-1122.00	174.53	158.66	-	446.23	-	-	-
44	-1122.00	174.53	158.66	-	446.23	-	-	-
45	-397.00	173.54	157.76	-	156.11	-	-	-
46	468.00	300.00	394.74	>240	-	-	-	-
47	-397.00	173.54	157.76	-	156.11	-	-	-
48	512.00	144.25	157.76	-	-	-	67.37	-
49	1024.00	144.25	157.76	-	-	-	134.74	-
50	-2050.00	173.20	157.45	-	802.93	-	-	-
51	-4509.00	173.20	157.73	-	1766.06	>S.IZ	-	-
52	-2856.00	230.94	209.95	-	-	-	-	-
53	-1145.00	173.21	157.46	>200	448.52	-	-	-
54	-735.00	173.21	157.46	-	287.91	-	-	-
55	-735.00	173.21	157.46	-	287.91	-	-	-
56	-1146.00	173.21	157.46	-	448.52	-	-	-
57	-2856.00	230.94	209.95	>200	-	-	-	-
58	-4509.00	173.20	157.45	-	1766.06	>S.IZ	-	-
59	-2050.00	173.20	157.45	-	802.93	-	-	-
60	1024.00	144.25	157.45	-	-	-	134.74	-
61	512.00	144.25	157.45	-	-	-	67.37	-